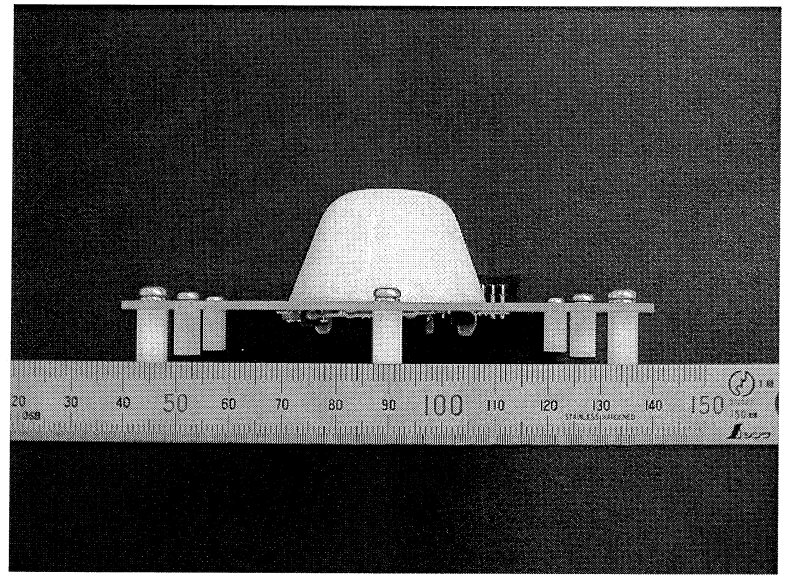
磁気式触覚センサ:MTS

取 扱 説 明 書

Rev.　1．0



⚠ お願い事項

・ご使用前に必ず本書をよく読み、正しくお使いください。
・注意事項は必ずお守りください。
お守りにならなかった場合には事故につながることがあります。
・必要な時に取り出して読めるように本書は大切に保管しておいてください。
・現場設置などで移設するときには、次にご使用になるかたに必ず本書を
お渡しください。

２０１０年　3月

ビー･エル･オートテック株式会社

＊＊＊【ご注意】＊＊＊

1．本説明書の内容の一部または全部を無断で転載することは、禁止されています。

2．本説明書の内容については、将来予告なしに変更することがあります。

3．本説明書の図表に記載している数字は、特にことわり書きがないかぎり、単位は[mm]となります。

4．本説明書の内容については万全を期しておりますが、もし、誤記、その他お気付きの点がございましたら、ご一報くださいますようお願い致します。

5．運用した結果の影響については、４項にかかわらず責任を負いかねますので、ご了承ください。

6．本説明書では注意事項の表現をわかりやすくするために次のマークを使用しています。
このマークのところは重要ですので、よくお読みいただき必ず守ってください。

⚠ 警告: 守らなければ、生命や身体の危険につながることがあり得ることへの注意です。
⚠ 注意: 守らなければ、ケガや事故の危険につながることがあり得ることへの注意です。
❗ 注意: 守らなければ、故障や周辺機器の損傷につながることがあり得ることへの注意です。

〔目　次〕

１．磁気式触覚センサ：ＭＴＳの概要 …… 1
１．１．概要と検出原理 …… 1
１．２．特長 …… 1
１．３．ご利用時の注意点 …… 1
１．４．出力信号とその取り込み …… 2
１．５．型番表記方法 …… 2
２．構成 …… 3
３．基本仕様 …… 4
４．出力ポートのピン割付 …… 4
５．力／トルクの演算方法 …… 5
５．１．センサ原点・座標系 …… 5
５．２．校正演算の計算式 …… 5
５．３．計算例 …… 6
５．４．校正行列（例） …… 7
６．サンプルプログラム …… 7
６．１．サンプルプログラムについて …… 7
６．２．Windows版サンプルプログラムの使用方法 …… 8

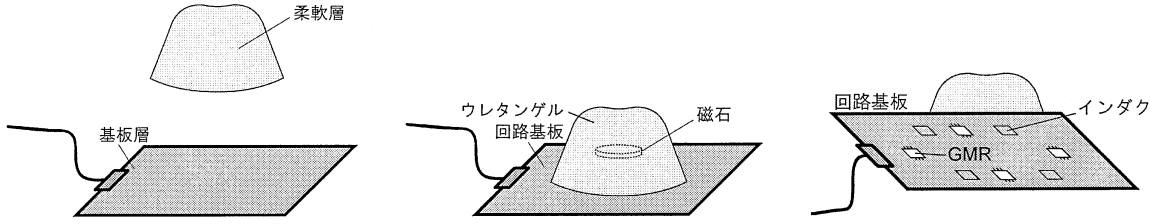
〔添付資料、図面〕
（１）ＭＴＳ４０（SFT.0105） …… 9
（２）ＭＴＳ４０－Ａ／Ｄ（SFT.0106） …… １０

1．磁気式触覚センサ：ＭＴＳの概要

1．1．概要と検出原理

磁気式触覚センサ：ＭＴＳ（以下、ＭＴＳという）は、力の検出部（以下、変換器という）が弾性素材で永久磁石を内包した構造の柔軟層と磁気抵抗素子（ＧＭＲ）[1] とインダクタ[2] を配置した基板層とから成る単純構造をした、３成分の変位（Dx，Dy，Dz）、３成分の力（Fx，Fy，Fz）、すべり（スティックスリップ現象[3]）の有無を検出するセンサです。

この柔軟層に対象が接触すると、弾性素材（ウレタンゲル）とともに永久磁石が変位します。このときの磁界の強さを磁気抵抗素子（ＧＭＲ）で計測して３成分の変位（Dx，Dy，Dz）と３成分の力（Fx，Fy，Fz）を、磁束密度の変化をインダクタで計測してスティックスリップすべりの有無を検出します。



柔軟層と基板層から成る変換器

1．2．特長

ＭＴＳは、

- 磁気抵抗素子とインダクタとの２つの素子を役割分担して使用しているため、静的な３成分の力（Fx，Fy，Fz）と静的なすべりの両方が独立して計測可能。
- 柔軟層と基板層との間が無配線であるため、断線破損が生じない。
- 柔軟層の弾性素材を変える（調整する）ことができるため、柔らかい対象物から硬い対象物まで様々な変形や応力の計測が可能。
- 変換器が単純な２層構造のため、安価に製造が可能。

といった特長を有しています。

1．3．ご利用時の注意点

ＭＴＳのご利用には、次の点にご注意ください。

- 変換器の取付位置を変更すると、地磁気・自重の影響により原点がオフセットし無負荷でも出力が生じます。無負荷時の出力をキャンセルしてご使用ください（６章もご参照ください）。
- ＭＴＳは変換器の柔軟層に内包された磁石の磁界の強弱を用いています。他の磁場・磁界の影響が加わりますと、正しい計測ができない可能性があります。
- ＭＴＳは内包された円板状の磁石と基板層とが平行な状態で校正することで磁石の距離と磁界の強さを関連付けています。柔軟層を変更される場合などで、円板状以外の磁石の使用や、磁石と基板層とが平行にならない状態で使用されますと、正しい計測ができない可能性があります。

1) 磁気抵抗素子（ＧＭＲ）･･･　磁界によって電気抵抗が変化する素子
2) インダクタ ･･･････････････　コイル、磁界の変化に応じて誘導起電力を発生する素子
3) スティックスリップ ･･･････　滑り面で発生する振動現象。物体や指などを滑らせるときに、途中でひっかかったり滑ったりを繰り返す現象

１．４．出力信号とその取り込み

ＭＴＳは、磁界の強弱に基づいたデータをアナログ信号（0V～5V）で出力します。３成分の変位（Dx, Dy, Dz）と３成分の力（Fx, Fy, Fz）を求めるには、演算用パソコンをご利用ください（詳しい演算方法は、５章をご参照ください）。また、８ｃｈのアナログ信号出力のため、データの取り込みにはA／D変換機が必要となります。本システムにはA／D変換機を付属したモデル、A／D変換機を付属しないモデルの両方がございますので、下記の型番にて選定ください。A／D変換機を付属したモデル、または当社が推奨するA／D変換機※1) をお客様が準備される場合のみ、Windows版サンプルプログラム※2) もご利用になれます。

※1) 当社推奨品：AI-1608AY-USB（株式会社 コンテック）

※2) Windows版サンプルプログラムは、添付ＣＤ、または当社Webサイトより入手することができます。サンプルプログラム（詳細は、６章をご参照ください）は将来予告なしに変更することがあり、最新版は常に当社Webサイトより入手することができます。Windows版サンプルプログラムでの計測成分は「３成分の変位（Dx, Dy, Dz）と３成分の力（Fx, Fy, Fz）」となります。なおサンプルプログラムは、その動作全てを保証するものではありませんことをご了承願います。

１．５．型番表記方法

［変換器のモデル］－［A/D変換機の有無］

	A／D変換機なし仕様	A／D変換機付属仕様
A/D変換機の有無	（記載なし）	A/D： AI-1608AY-USB（株式会社 コンテック）
変換器のモデル	ＭＴＳ４０	

例）A／D変換機を付属したモデルの型番表記例

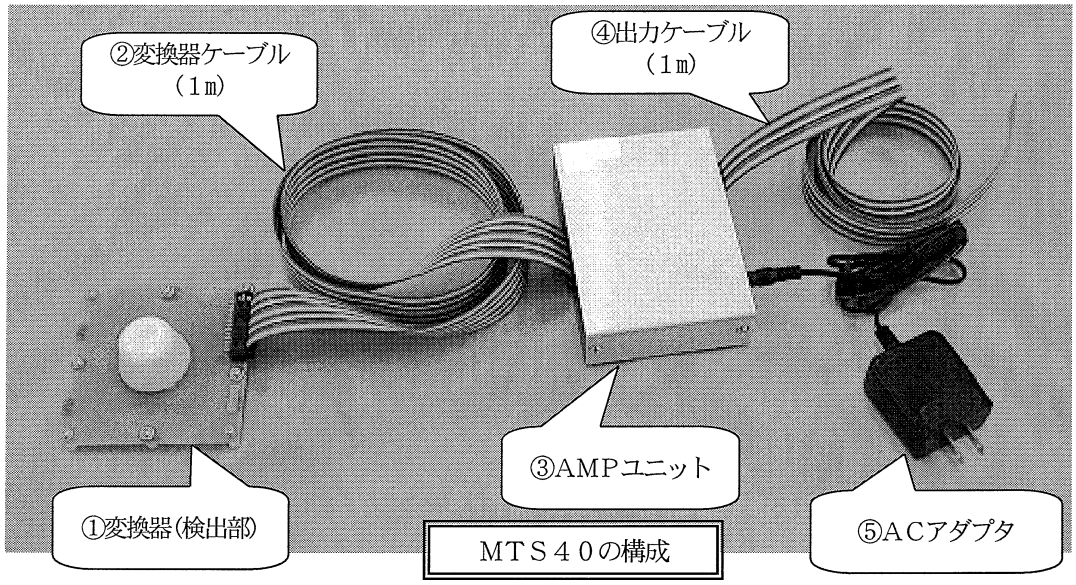
ＭＴＳ４０－A／D

2．構成

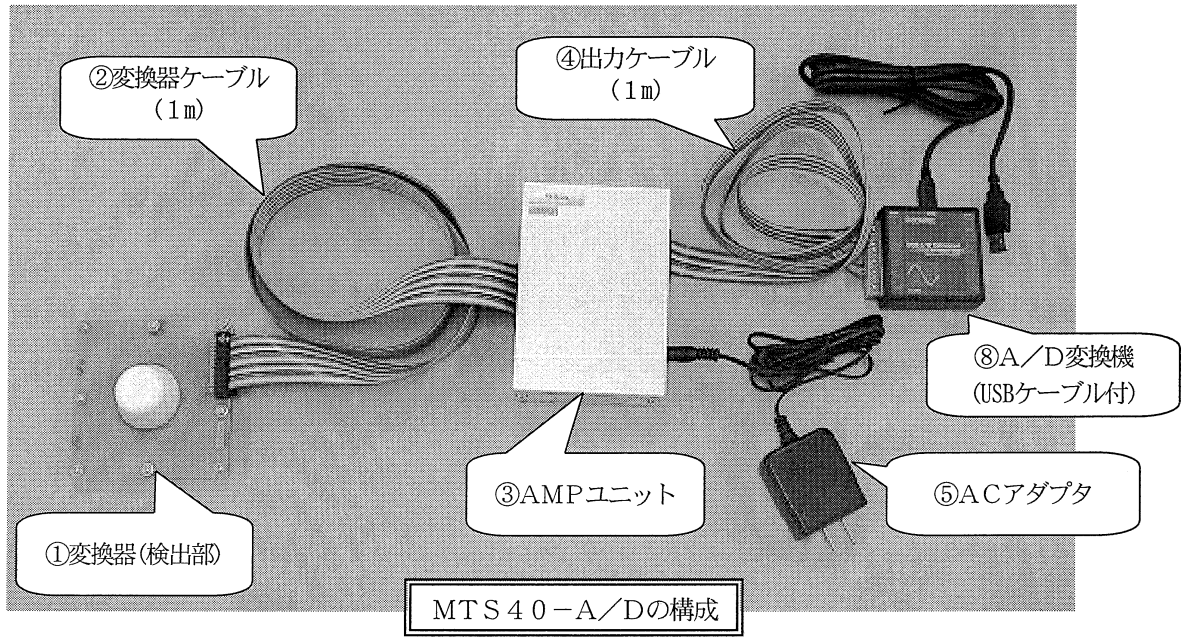
ＭＴＳは、次のユニットと部品で構成されています。

①変換器（力の検出部）……１台
②変換器ケーブル（１m）……１本
③ＡＭＰユニット……１台
④出力ケーブル（１m）……１本
⑤ＡＣアダプタ……１本
⑥校正行列式の資料（Calibration Matrix）……１枚
⑦サンプルプログラム……１ケ
⑧Ａ／Ｄ変換機（USBケーブル、ドライバCD付き）（Ａ／Ｄ変換機付属仕様のみ）……１台

※ 本書、⑥、⑦は、ＣＤに収められています。
※ ⑧は「Ａ／Ｄ変換機付属仕様」の場合のみの構成となります。



ＭＴＳ４０の構成



ＭＴＳ４０－Ａ／Ｄの構成

3．基本仕様

基板サイズ	□100mm
柔軟層サイズ	基板との接着面の直径φ40mm、対象との接触面の直径φ30mm
計測軸数	変位と力：3軸、すべりの有無
精度	変位誤差：5%、力誤差：10%、すべり検出率：90%
レンジ（変位）	せん断方向（2軸）、垂直方向（1軸）：0～5[mm]
レンジ（力）	せん断方向（2軸）：0～3[N]、垂直方向（1軸）：0～15[N]

4．出力ポートのピン割付け

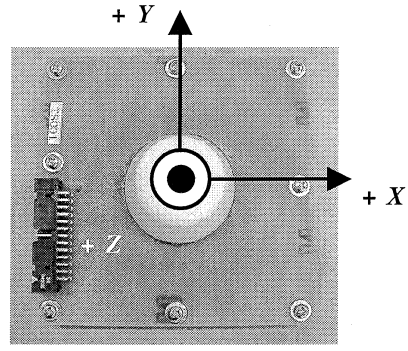
出力ポート ピン番号	名　称	線色	AI-1608AY-USB ピン番号
1	GMR1:Out	茶	11
2	GND	赤	N.C.
3	Inductor1:Out	橙	10
4	GND	黄	N.C.
5	GMR2:Out	緑	9
6	GND	青	N.C.
7	Inductor2:Out	紫	8
8	GND	灰	N.C.
9	GMR3:Out	白	5
10	GND	黒	N.C.
11	Inductor3:Out	茶	4
12	GND	赤	N.C.
13	GMR4:Out	橙	3
14	GND	黄	N.C.
15	Inductor4:Out	緑	2
16	GND	青	1

❶ 注意

①変換器と③AMPユニットを接続する際は、必ずそれぞれに貼り付けられているシリアル番号を揃えるようにつないでください。シリアル番号が揃っていない場合、正しい結果が得られなくなります。

5．変位と力の演算方法

5．1．センサ原点・座標系



5．2．校正演算の計算式

磁界の強弱に基づいたデータは、次の校正行列演算を行うことで、３成分の変位（Dx，Dy，Dz）[mm]と３成分の力（Fx，Fy，Fz）[N]として求められます。

$$\mathbf{F} = \mathbf{C} \times \mathbf{V}$$

ここで示された行列は、次のように定義されています。

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} Dx & Dy & Dz & Fx & Fy & Fz \end{bmatrix}^t \quad [\text{mm、またはN}]$$

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} & C_{16} & C_{17} & C_{18} & C_{19} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} & C_{26} & C_{27} & C_{28} & C_{29} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} & C_{35} & C_{36} & C_{37} & C_{38} & C_{39} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} & C_{45} & C_{46} & C_{47} & C_{48} & C_{49} \\ C_{51} & C_{52} & C_{53} & C_{54} & C_{55} & C_{56} & C_{57} & C_{58} & C_{59} \\ C_{61} & C_{62} & C_{63} & C_{64} & C_{65} & C_{66} & C_{67} & C_{68} & C_{69} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{(\text{GMR1}:\text{Out})^2} \\ \frac{1}{(\text{GMR1}:\text{Out})} \\ \frac{1}{(\text{GMR2}:\text{Out})^2} \\ \frac{1}{(\text{GMR2}:\text{Out})} \\ \frac{1}{(\text{GMR3}:\text{Out})^2} \\ \frac{1}{(\text{GMR3}:\text{Out})} \\ \frac{1}{(\text{GMR4}:\text{Out})^2} \\ \frac{1}{(\text{GMR4}:\text{Out})} \end{bmatrix} \quad [\text{V}]$$

5．3．計算例

次の校正行列（Calibration Matrix）をもつ変換器を用いた時の、ある時点の変位と力を求めます。

$$\mathbf{C}=\begin{bmatrix} 3.6 & -380 & 150 & 40 & -13 & 430 & -165 & 43 & 30 \\ 30 & 82 & -81 & 599 & -171 & -26 & -29 & -408 & 35 \\ -21 & 24 & 0.2 & 66 & -11 & -19 & 30 & 37 & 25 \\ 0.3 & -105 & 26 & 21 & -12 & 111 & -19 & 28 & 15 \\ 10 & 27 & -25 & 161 & -53 & 2 & -10 & -160 & 40 \\ -222 & -333 & 210 & -420 & 350 & -50 & 300 & -20 & 150 \end{bmatrix}$$

この時の各出力を、

GMR1:Out = 2.5[V]
GMR2:Out = 3.1[V]
GMR3:Out = 4.2[V]
GMR4:Out = 2.8[V]

とすると、Vは、

$$\mathbf{V}=\begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{2.5^2} \\ \frac{1}{2.5} \\ \frac{1}{3.1^2} \\ \frac{1}{3.1} \\ \frac{1}{4.2^2} \\ \frac{1}{4.2} \\ \frac{1}{2.8^2} \\ \frac{1}{2.8} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{6.25} \\ \frac{1}{2.5} \\ \frac{1}{9.61} \\ \frac{1}{3.1} \\ \frac{1}{17.64} \\ \frac{1}{4.2} \\ \frac{1}{7.84} \\ \frac{1}{2.8} \end{bmatrix} \quad [\mathrm{V}]$$

となります。このVとCとを掛け合わせて、変位と力を計算します。

（1）X軸の変位を求める場合

$$Dx = C_{11}\times 1 + C_{12}\times\frac{1}{(\mathrm{GMR1:Out})^2} + \cdots + C_{19}\times\frac{1}{(\mathrm{GMR4:Out})}$$

$$= 3.6\times 1 + (-380)\times\frac{1}{6.25} + \cdots + 30\times\frac{1}{2.8}$$

$$= 4.1\ [\mathrm{mm}]$$

（2）X軸の力を求める場合

$$Fx = C_{41} \times 1 + C_{42} \times \frac{1}{(\mathrm{GMR1:Out})^2} + \cdots + C_{49} \times \frac{1}{(\mathrm{GMR4:Out})}$$

$$= 0.3 \times 1 + (-105) \times \frac{1}{6.25} + \cdots + 15 \times \frac{1}{2.8}$$

$$= 2.9 \ [\mathrm{N}]$$

5．4．校正行列（例）

次に、製品に添付されている校正行列（Calibration Matrix）の一例を示します。添付ＣＤ内の「cali.dat」ファイル内の表示の数字が、変位・力の演算に必要な定数です。なお、この定数は製品のシリアル番号毎に異なりますので、製品に合った校正行列（Calibration Matrix）を用いて必ず計算を行ってください。

cali.dat - メモ帳

ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

3.580080	-384.738692	165.997577	38.839458	-23.037984	431.401633	-164.864286	43.607590	-29.382668
28.291758	80.046295	-81.313357	606.109239	-271.701874	-26.266433	-28.516068	-481.111560	233.886479
-20.527146	25.247652	0.230895	65.810599	-11.236712	-19.145561	28.937065	36.755869	6.106383
0.249495	-105.936532	25.508198	21.022107	-11.692881	110.863039	-19.015506	29.796879	-12.731719
9.500902	26.784378	-25.455739	161.908553	-52.690171	-1.426517	-11.537847	-157.457348	49.701538
-221.118791	-336.282949	217.504364	-416.614439	407.774645	-511.562733	307.434134	-17.327751	156.681174

6．サンプルプログラム

6．1．サンプルプログラムについて

サンプルプログラムは、５章の演算方法に基づいて、「Windows版サンプルプログラム」「Linux版サンプルプログラム」の2種類があります。サンプルプログラムは、添付ＣＤ、または当社Webサイトより入手することができます。サンプルプログラムは将来予告なしに変更することがあり、最新版は常に当社Webサイトより入手することができます。なおサンプルプログラムは、その動作全てを保証するものではありませんのでご了承願います。

		Windows版サンプルプログラム	Linux版サンプルプログラム
動作環境※3)		Windows	Linux
計測成分		３成分の変位（Dx，Dy，Dz） ３成分の力（Fx，Fy，Fz）	３成分の変位（Dx，Dy，Dz） ３成分の力（Fx，Fy，Fz） すべりの有無
適合Ａ／Ｄ変換機		当社推奨品：AI-1608AY-USB （株式会社 コンテック）	任意※4)
入手元	（初回）	添付ＣＤ、当社Webサイト	当社Webサイト
	（最新版）	当社Webサイト	当社Webサイト
ファイル形式		実行ファイル	テキストファイル（ソース）

※3) サンプルプログラムは、その動作全てを保証するものではありません。また動作環境の詳細も言及致しません。

※4) 当社推奨品：AI-1608AY-USB（株式会社 コンテック）は、Linuxに対応しておりません。

6．1．Windows版サンプルプログラムの使用方法

手順１：A/D変換機（AI-1608AY-USB）のドライバをインストールします。

※　ドライバのインストールは、ドライバCDのインストーラに従って行ってください。

※　Windows版サンプルプログラムは、A/D変換機（AI-1608AY-USB）に準拠しているため、ドライバをインストールしないと、正常に動作しない事があります。

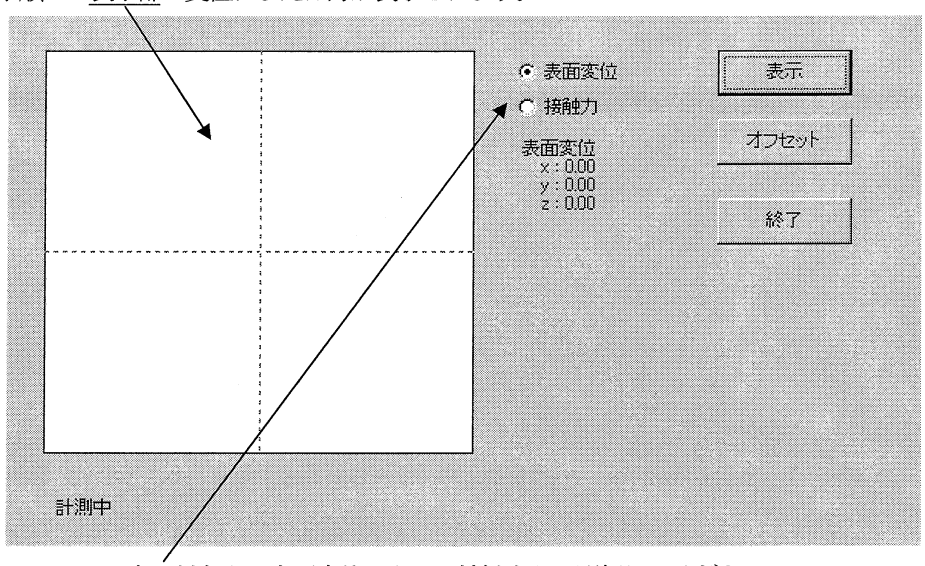
手順２：添付ＣＤ内の

を起動します。

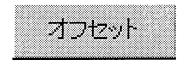
手順３：

をクリックします。

手順４：表示部に変位、または力が表示されます。



※　表示対象を、表面変位、または接触力から選択してください。

※　出力値にオフセット値が見られる場合は、 

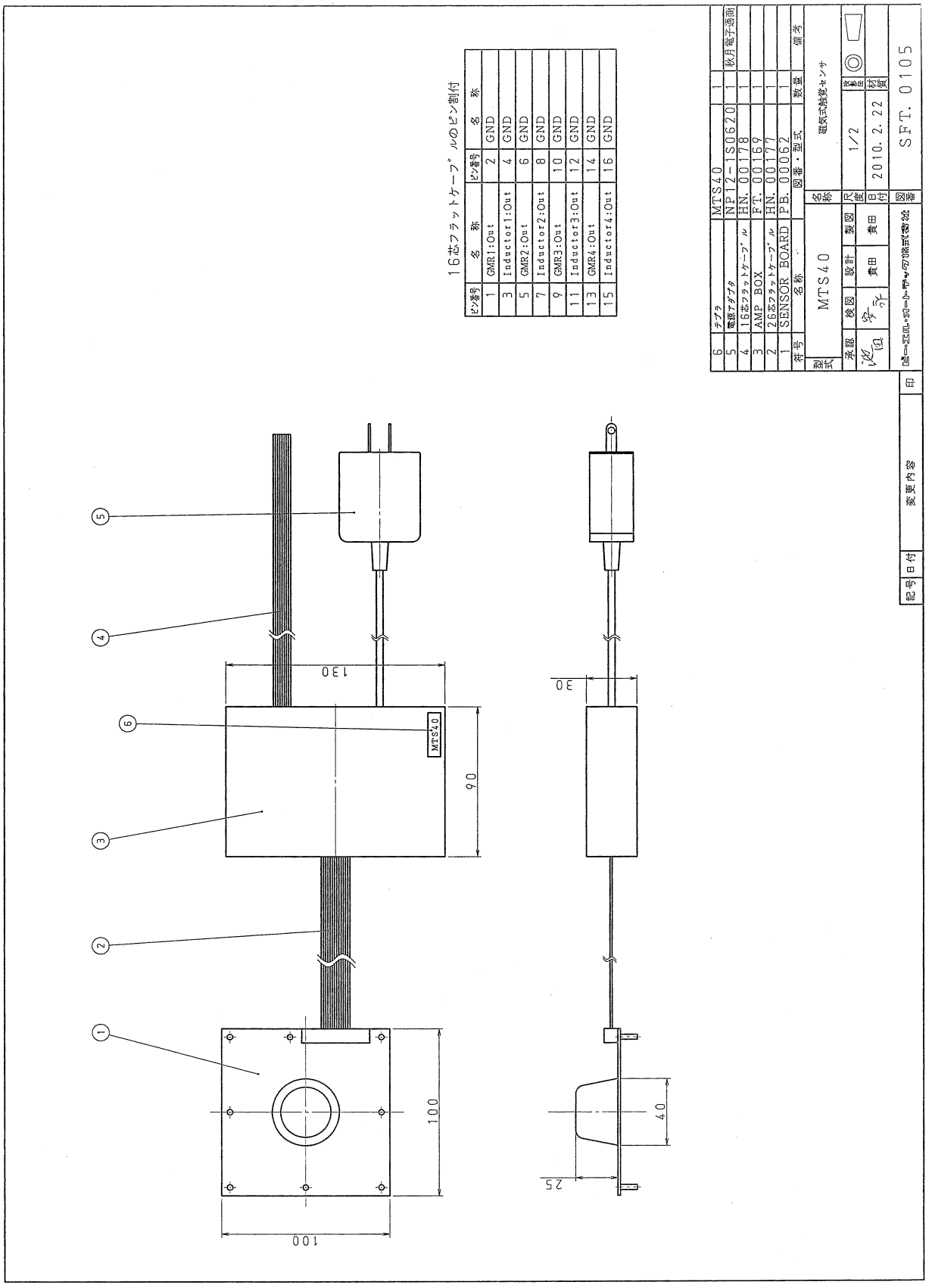
を押下してキャンセルします。

※　

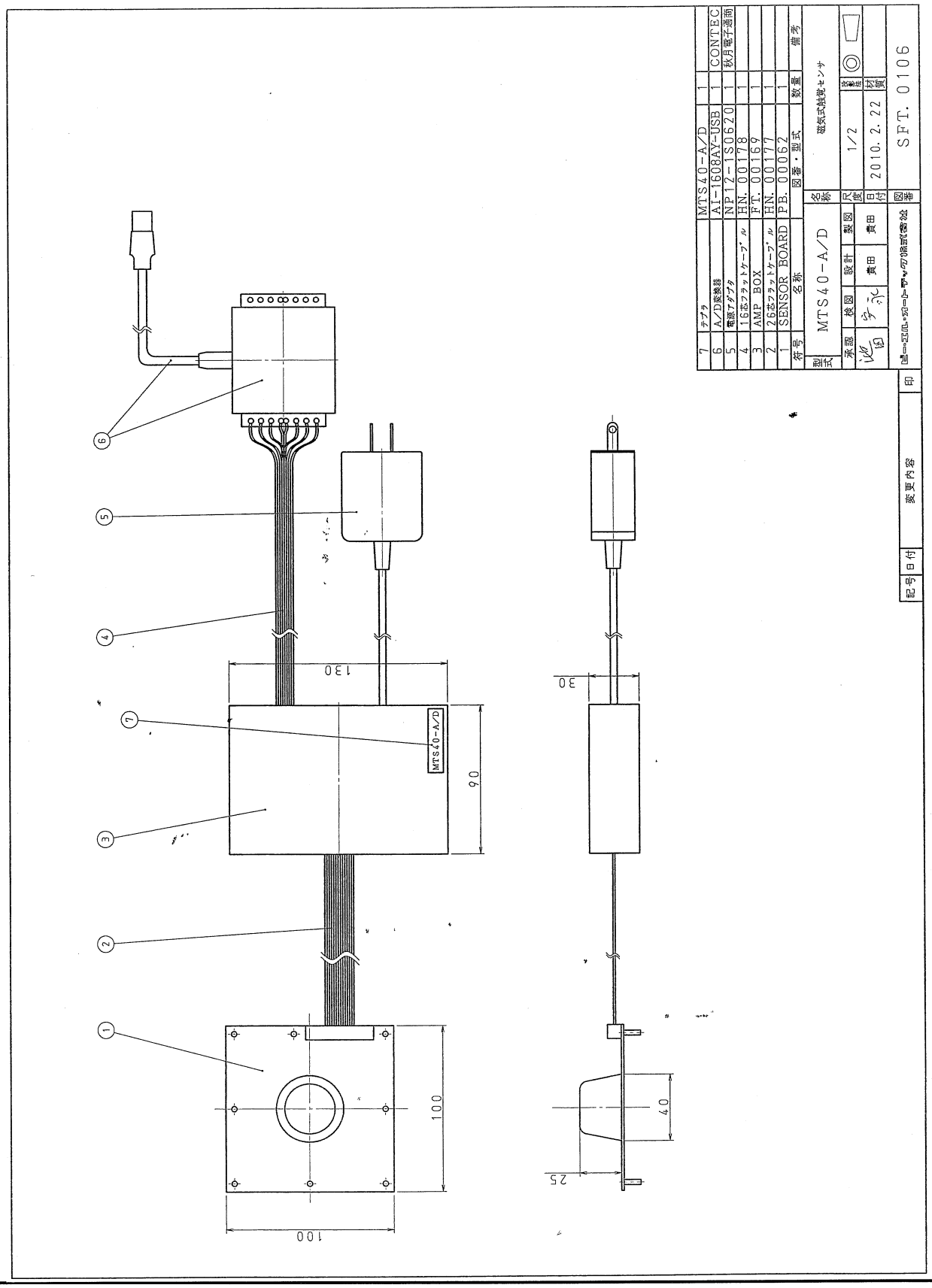
を押下すると、同時にオフセット値もキャンセルします。

〔添付資料・図面〕

(1) ＭＴＳ４０ (SFT.0105)



(2) MTS40−A／D (SFT.0106)



連絡先

[発売元／製造元]

ビー・エル・オートテック株式会社

神戸市兵庫区明和通３丁目３番１７号

〒652-0883 TEL:(078)682-2611(代表)

FAX:(078)682-2614

e-mail:info@bl-autotec.co.jp

http://www.bl-autotec.co.jp